

No English title available.

Patent Number: DE19618932
Publication date: 1997-11-20
Inventor(s): HARTKE ANDREAS (DE); KLUEGL WENDELIN (DE); HOFFMANN CHRISTIAN (DE)
Applicant(s): SIEMENS AG (DE)
Requested Patent: ☐ DE19618932
Application Number: DE19961018932 19960510
Priority Number(s): DE19961018932 19960510
IPC Classification: F02M63/00; F02M59/16
EC Classification: F02M63/02C, F02D41/38C6
Equivalents: ☐ EP0837986 (WO9743543), B1, ES2162297T, JP11509605T, ☐ WO9743543

Abstract

The invention relates to a device and process to regulate fuel pressure in a high pressure accumulator (7) in which volumetric flow control and pressure control are combined in order to take advantage of both systems with the result of increased dynamic performance and higher efficiency.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

Best Available Copy

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift
①0 DE 196 18 932 A 1

⑤1 Int. Cl.⁸:
F 02 M 63/00
F 02 M 59/16

②1 Aktenzeichen: 196 18 932.2
②2 Anmeldetag: 10. 5. 96
④3 Offenlegungstag: 20. 11. 97

DE 196 18 932 A 1

⑦1 Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

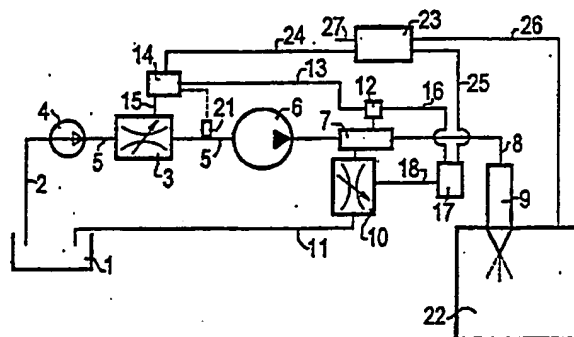
⑦2 Erfinder:
Hoffmann, Christian, 93057 Regensburg, DE; Klügl,
Wendelin, 92358 Seubersdorf, DE; Hartke, Andreas,
93049 Regensburg, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:
DE 44 01 083 A1
EP 06 78 668 A2
EP 02 99 337 A2

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Vorrichtung und Verfahren zur Regelung des Kraftstoffes in einem Hochdruckspeicher

⑤7 Es wird eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Regelung des Kraftstoffdruckes in einem Hochdruckspeicher beschrieben, bei dem durch eine Kombination aus Volumenstromregelung und Druckregelung die Vorteile der Volumenstromregelung und der Druckregelung miteinander verbunden werden und somit eine erhöhte Dynamik und ein erhöhter Wirkungsgrad erreicht werden.



DE 196 18 932 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Regelung des Kraftstoffdruckes in einem Hochdruckspeicher gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Verfahren zur Regelung des Kraftstoffdruckes in einem Hochdruckspeicher gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 6.

Hochdruckspeicher für Kraftstoff werden bei Common-Rail-Einspritzanlagen verwendet. Dabei wird von einer Hochdruckpumpe Kraftstoff in einen Hochdruckspeicher gepumpt und ausgehend von dem Hochdruckspeicher wird der Kraftstoff den einzelnen Einspritzdüsen zugeführt. Auf diese Weise wird ein hoher Einspritzdruck ermöglicht, der insbesondere bei der Einspritzung von Diesel die Partikelemission erniedrigt.

Aus EP 0 299 337 A2 ist bereits eine Vorrichtung zur Regelung des Kraftstoffdruckes in einem Hochdruckspeicher und ein Verfahren zur Regelung des Kraftstoffdruckes in einem Hochdruckspeicher bekannt. Dabei wird Kraftstoff von einer Vorförderpumpe über eine regelbare Drossel einer Hochdruckpumpe zugeführt, die den Kraftstoff in den Hochdruckspeicher mit hohem Druck pumpt, wobei der Hochdruckspeicher den Kraftstoff an die Einspritzdüsen weiterleitet und über ein Sicherheitsdruckventil verfügt, das bei Überschreiten eines maximalen Druckes den Hochdruckspeicher mit dem Kraftstofftank verbindet. Die regelbare Drossel wird von einem Steuergerät in Abhängigkeit von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine angesteuert, so daß eine Volumenstromregelung auf der Niederdruckseite durchgeführt wird.

Die beschriebene Vorrichtung und das beschriebene Verfahren haben den Nachteil, daß eine Druckerniedrigung im Hochdruckspeicher nur relativ langsam erfolgen kann, da die regelbare Drossel nicht für eine Drucker-niedrigung verwendbar ist.

Die Aufgabe der Erfindung beruht darin, eine Vorrichtung zur Regelung des Kraftstoffdruckes in einem Hochdruckspeicher und ein Verfahren zur Regelung des Kraftstoffdruckes in einem Hochdruckspeicher bereit zustellen, die eine schnelle Druckerniedrigung ermöglichen und zudem einen guten Wirkungsgrad aufweisen.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Vorrichtung des Anspruchs 1 und das Verfahren des Anspruchs 6 gelöst. Die Vorrichtung des Anspruchs 1 und das Verfahren nach Anspruch 6 bieten den Vorteil, daß quasistationäre Änderungen des Kraftstoffdruckes durch eine niederdruckseitige Volumenstromregelung durchgeführt werden und dynamische Änderungen des Kraftstoffdruckes über eine hochdruckseitige Druckregelung durchgeführt werden. Auf diese Weise wird der Vorteil des hohen Wirkungsgrades einer niederdruckseitigen Volumenstromregelung mit dem Vorteil der hohen Dynamik einer hochdruckseitigen Druckregelung verbunden und dadurch eine verbesserte Dynamik mit einem gegenüber einer hochdruckseitigen Druckregelung erhöhten Wirkungsgrad erzielt.

Vorteilhafte Ausbildungen und Verbesserungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung wird anhand der Figuren näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Hochdruckspeicher mit einem vorgeschalteten Volumenstromregelventil,

Fig. 2 einen Hochdruckspeicher mit einer vorgeschalteten regelbaren Förderpumpe, und

Fig. 3 eine schematische Darstellung des Regelverfahrens.

Fig. 1 zeigt einen Tank 1, der über eine Kraftstoffzulaufleitung 2 mit einer Förderpumpe 4 verbunden ist. Die Förderpumpe 4, die nicht regelbar ist, ist über eine Förderleitung 5 und ein Regelventil 3 an einer Hochdruckpumpe 6 angeschlossen. Der Ausgang der Hochdruckpumpe 6 ist mit einem Hochdruckspeicher (Common-Rail) verbunden. Der Hochdruckspeicher 7 weist eine Einspritzleitung 8 auf, die zu einem Injektor 9 einer Brennkraftmaschine 22 geführt ist. Der Hochdruckspeicher 7 ist über ein Druckregelventil 10 und über eine Kraftstoffrückleitung 11 mit dem Tank 1 verbunden.

Weiterhin ist am Hochdruckspeicher 7 ein Drucksensor 12 angeordnet, der über eine erste Meßleitung 13 mit einem ersten Regler 14 verbunden ist, der über eine erste Steuerleitung 15 mit dem Regelventil 3 in Verbindung steht. Der Drucksensor 12 ist zudem über eine zweite Meßleitung 16 mit einem zweiten Regler 17 verbunden, der über eine zweite Steuerleitung 18 mit dem Druckregelventil 10 in Verbindung steht.

Der erste Regler 14 und der zweite Regler 17 sind über eine erste Datenleitung 24 beziehungsweise über eine zweite Datenleitung 25 mit einer Recheneinheit 23 verbunden, die zudem über eine dritte Meßleitung 26 mit der Brennkraftmaschine 22 verbunden ist. Weiterhin weist die Recheneinheit 23 Eingangsleitungen 27 auf, mit denen verschiedene Eingangswerte wie zum Beispiel die Fahrpedalstellung des Kraftfahrzeugs aufgenommen werden. Anstelle des Drucksensors 12 kann in einer Weiterbildung der Erfindung ein zweiter Drucksensor 21 zur Versorgung des ersten Reglers 14 verwendet werden, der auf der Niederdruckseite vor der Hochdruckpumpe 6 in der Förderleitung 5 angeordnet ist und mit dem ersten Regler 14 verbunden ist. Das Regelventil 3 kann somit auch nach dem Druck in der Förderleitung 5 geregelt werden.

Fig. 2 zeigt eine Anordnung entsprechend Fig. 1, wobei jedoch anstelle der nicht regelbaren Förderpumpe 4 eine regelbare Förderpumpe 20 angeordnet ist, die über die erste Steuerleitung 15 von dem ersten Regler 14 gesteuert wird. Ein weiterer Unterschied besteht darin, daß das Regelventil 3 entfällt und anstelle des Regelventils 3 eine Konstantdrossel 19 zwischen der regelbaren Förderpumpe 20 und der Hochdruckpumpe 6 geschaltet ist. In den weiteren Details entspricht die Anordnung der Fig. 2 der Anordnung der Fig. 1, wobei gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen sind.

Anstelle des Drucksensors 12 wird in einer Weiterbildung der Erfindung ein zweiter Drucksensor 21 zur Versorgung des ersten Reglers 14 verwendet werden, der auf der Niederdruckseite vor der Hochdruckpumpe 6 in der Förderleitung 5 angeordnet ist und mit dem ersten Regler 14 verbunden ist.

Die regelbare Förderpumpe 20 kann somit auch nach dem Druck in der Förderleitung 5 geregelt werden.

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Regelverfahrens. Für den Hochdruckspeicher ist entsprechend dem Betriebszustand der Brennkraftmaschine 22 ein Sollruck P_{SOLL} vorgegeben. In dem folgenden Beispiel wird davon ausgegangen, daß die Recheneinheit 23 aufgrund des Betriebszustandes der

Brennkraftmaschine 22, der beispielsweise die Drehzahl, die fast und die Abgaswerte beinhaltet, und unter Verwendung der von den Eingangsleitungen 27 zugeführten Eingangsdaten, wie zum Beispiel die Stellung des Fahrpedals, den Solldruck P_{SOLL} für den Hochdruckspeicher 7 ermittelt und diesen einem ersten Vergleich 31 und einem zweiten Vergleich 32 vorgibt.

Der Drucksensor 12 gibt den derzeitigen Istdruck des Hochdruckspeichers 7 ebenfalls an den ersten Vergleich 31 und an den zweiten Vergleich 32 als Istdruck P_{IST} . Der erste Vergleich 31 und der zweite Vergleich 32 subtrahieren von dem Solldruck den Istdruck und ermitteln daraus einen Differenzdruck P_{DIF} : $P_{SOLL} - P_{IST} = P_{DIF}$.

Der Differenzdruck P_{DIF} wird von dem ersten Vergleich 31 an den ersten Regler 14, der der Ausführung der Fig. 1 das Regelventil 3 oder in der Ausführung der Fig. 2 die regelbare Förderpumpe 20 ansteuert, und von dem zweiten Vergleich 32 an den zweiten Regler 17 geführt, der das Druckregelventil 10 ansteuert. Der erste Regler 14 ist vorzugsweise als PID-Regler ausgeführt, der aus dem Differenzdruck P_{DIF} , der für die folgende Formel als aktuelle Regelabweichung $e(k)$ bezeichnet ist, den aktuellen, ersten Reglereingriff $u1(k)$ nach folgender Vorschrift berechnet:

$$u1(k) = u1(k-1) + K \left[\left(1 + \frac{T_D}{T_0} \right) e(k) - \left(1 + 2 \frac{T_D}{T_0} - \frac{T_0}{T_I} \right) e(k-1) + \frac{T_D}{T_0} e(k-2) \right]$$

wobei mit

$u1(k)$ der aktueller Reglereingriff,
 $u1(k-1)$ der letzte Reglereingriff,
 $e(k)$ die aktuelle Regelabweichung,
 $e(k-1)$ die vorletzte Regelabweichung,
 K der Verstärkungsfaktor,
 T_0 die Abtastzeit,
 T_D die Differenzierzeit und mit
 T_I die Integrierzeit bezeichnet ist.

Dabei betragen vorzugsweise der Verstärkungsfaktor K 0,2%/M pascal, die Abtastzeit T_0 20 msek, die Differenzierzeit T_D 10 msek und die Integrierzeit T_I 70 msek.

Der zweite Regler 17 ist vorzugsweise als Zweipunkt-Regler ausgeführt, der den aktuellen, zweiten Reglereingriff $u2(k)$ nach folgender Vorschrift berechnet:

$$u2(k) = \frac{T_e}{T_z} K_y$$

wobei mit

y der stationäre Endwert der Sollgröße bei Regler im oberen Schalterpunkt,
 K den Verstärkungsfaktor,
 T_z die Periodendauer und
 T_e die Einschaltdauer bezeichnet sind.

Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung betragen der stationäre Endwert 60 M pascal, der Verstärkungsfaktor K 0,045%/M pascal, die Periodendauer T_z 2 msek und die Einschaltdauer 1 msek.

In dem beschriebenen Ausführungsbeispiel schaltet der Zweipunkt-Regler 17 von seinem Nullwert auf den aktuellen Reglereingriff $u2(k)$, wenn P_{DIF} über einem vorgegebenen Wert liegt, der vorzugsweise 100 bar beträgt.

Der aktuelle Reglereingriff $u2(k)$ des Zweipunkt-Reglers 17 wird in einer bevorzugten Ausführung an den ersten Regler 14 übermittelt, der in Abhängigkeit von dem aktuellen Reglereingriff $u2(k)$ des zweiten Reglers 17 den aktuellen Reglereingriff des ersten Reglers 14 korrigiert oder die Regelung stoppt.

Der aktuelle Reglereingriff des ersten und des zweiten Reglers 14, 15 werden der Regelstrecke 30 zugeführt, wobei der Drucksensor 12 und/oder der zweite Drucksensor 21 den Druck im Hochdruckspeicher oder vor dem Hochdruckspeicher ermittelt und als Istdruck P_{IST} an den ersten und an den zweiten Vergleich 31, 32 weitergibt. Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, gibt der erste Regler 14 den aktuellen ersten Regeleingriff an das Regelventil 3 und der zweite Regler 17 den aktuellen zweiten Reglereingriff an das Druckventil 10 weiter. In einer weiteren Ausführung der Erfindung regelt der erste Regler 14 mit dem aktuellen ersten Regeleingriff die regelbare Förderpumpe 20, wie in Fig. 2 dargestellt.

Der erste und der zweite Regler 14, 17 sind wahlweise als Analog- oder Digitalregler ausgeführt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Regelung des Kraftstoffdruckes in einem Hochdruckspeicher (7)
mit einem ersten Regler (14) für den Volumenstrom im Zufluß zu einer Hochdruckpumpe (6), die an den
Hochdruckspeicher (7) angeschlossen ist,
mit einem ersten Drucksensor (12), der dem Hochdruckspeicher (7) zugeordnet ist und der den Kraftstoff-
druck im Hochdruckspeicher (7) dem ersten Regler (14) meldet, dadurch gekennzeichnet,
daß ein zweiter Regler (17) für den Kraftstoffdruck im Hochdruckspeicher (7) vorgesehen ist,
daß der erste Drucksensor (12) den Kraftstoffdruck im Hochdruckspeicher (7) an den zweiten Regler (17)
meldet,
daß der erste Regler (14) ein kontinuierliches Regelverhalten aufweist, und
daß der zweite Regler (17) ein stufenweises Regelverhalten aufweist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ausgang des zweiten Reglers (17) einem
Eingang des ersten Reglers (14) zugeführt ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für die Regelung des Volumenstromes eine
regelbare Förderpumpe (20) vorgesehen ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß nach der regelbaren Förderpumpe (20) eine
Konstantdrossel (19) angeordnet ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Hochdruckpumpe (6) ein zweiter
Drucksensor (21) angeordnet ist, der über eine Meßleitung vorzugsweise anstelle des ersten Drucksensors
(12) mit dem ersten Regler (14) verbunden ist.
6. Verfahren zur Regelung des Druckes in einem Hochdruckspeicher (7) für Kraftstoff, wobei dem Hoch-
druckspeicher (7) über eine Hochdruckpumpe (6) Kraftstoff zugeführt wird und über eine Einspritzanlage
(9) Kraftstoff abgeführt wird, wobei im Niederdruckbereich vor der Hochdruckpumpe (6) der Volumen-
strom des Kraftstoffes in Abhängigkeit vom Druck im Hochdruckspeicher (9) geregelt wird, dadurch
gekennzeichnet, daß im Hochdruckbereich der Druck im Hochdruckspeicher (9) in Abhängigkeit vom
Druck im Hochdruckspeicher (9) geregelt wird, daß der Volumenstrom des Kraftstoffes im Niederdruckbe-
reich geregelt wird, wenn der Druck im Hochdruckspeicher (7) kleiner ist als ein Auslösedruck, und daß der
Druck im Hochdruckspeicher (7) geregelt wird, wenn der Druck im Hochdruckspeicher (7) größer als der
Auslösedruck ist.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Volumenstrom geregelt wird, wenn der
Druck im Hochdruckspeicher (7) den Auslösedruck übersteigt.
8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Volumenstromregelung in Abhängigkeit
von der Druckregelung erfolgt.
9. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Auslösedruck aus einer Summe aus einem
Sollwert und einem Schwellwert ermittelt wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

FIG 1

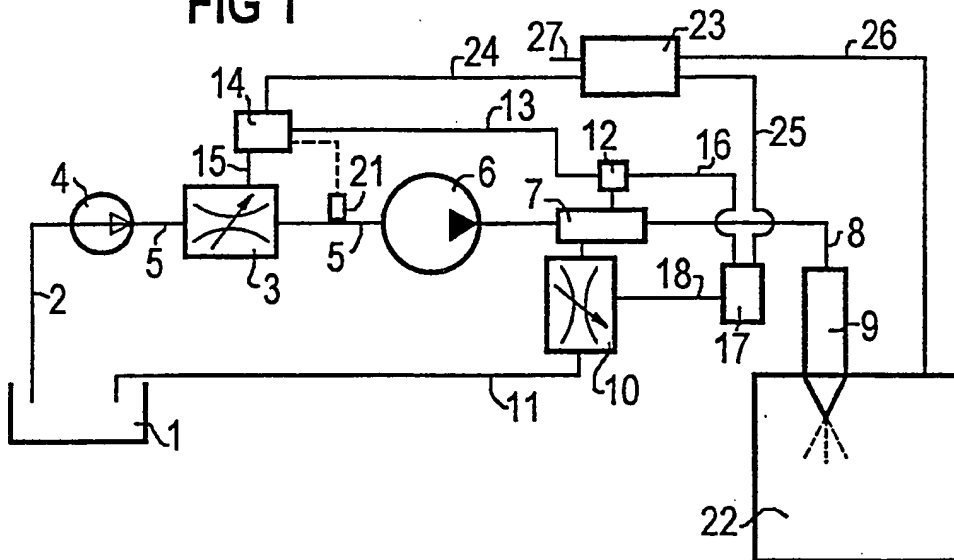


FIG 2

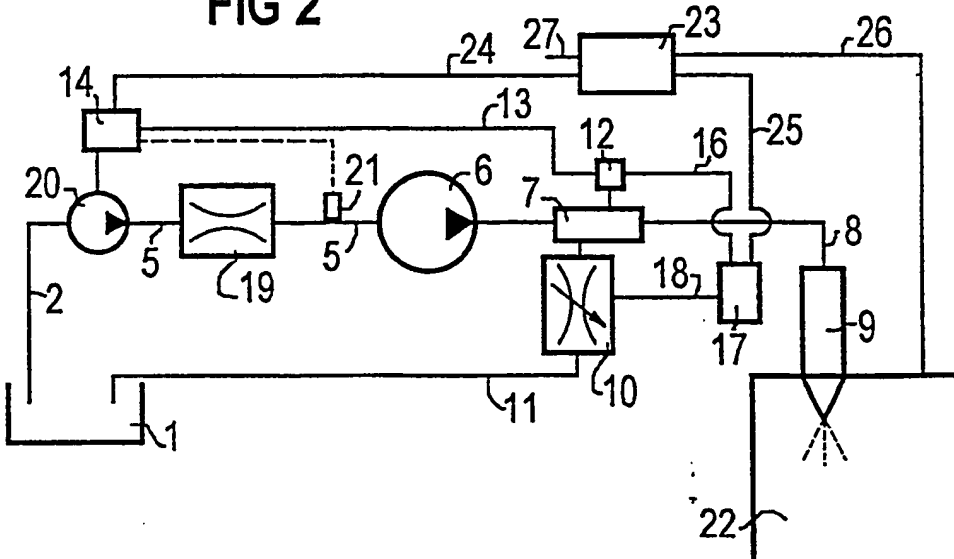
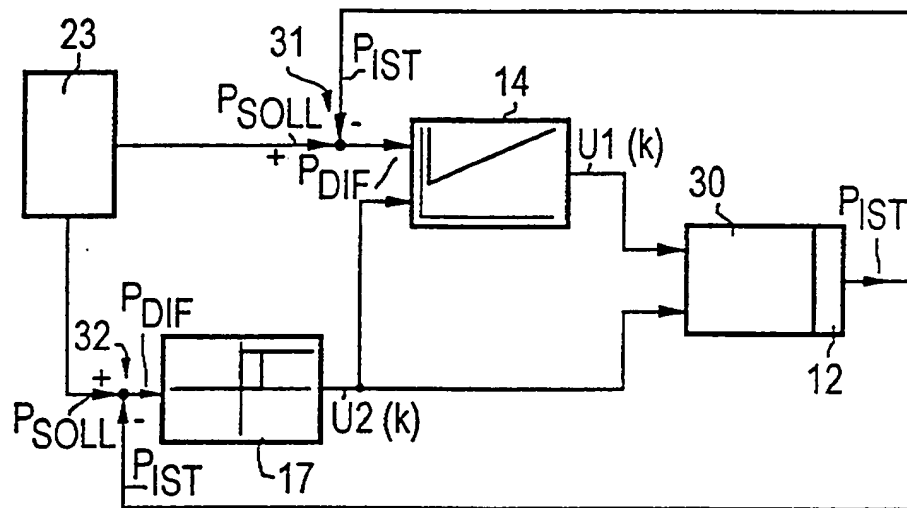


FIG 3



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.